

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보 (A)(51) 。 Int. Cl. ⁷
H01L 21/20(11) 공개번호 특2002 -0041320
(43) 공개일자 2002년06월01일(21) 출원번호 10 -2001 -0074264
(22) 출원일자 2001년11월27일

(30) 우선권주장 09/723,886 2000년11월27일 미국 (US)

(71) 출원인 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
조셉 제이. 스위니
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050(72) 발명자 가일라르,프레드릭
프랑스38500브와통뤼데톨리파르디에르
지아,리 -쿤
미국95054캘리포니아산타클라라레이쓰애브뉴868
이에,엘리
미국95138캘리포니아샌어제이피스토이아웨이5888

(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음

(54) 오가노실리케이트층의 증착방법

요약

본 발명은, 오가노실리케이트층의 형성방법을 설명하는 것으로서, 상기 오가노실리케이트층은 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시킴으로써 형성된다. 전기장을 인가시켜서 가스 혼합물을 반응시킬 수도 있는데, 이 가스 혼합물은 오가노실란 화합물 뿐만 아니라 산화가스를 임의적으로 포함할 수도 있다. 상기 오가노실리케이트층은 집적회로 처리순서와 호환가능하며, 임의의 집적회로 연속제조시에 오가노실리케이트층을 반사방지 코팅층 (ARC)으로 사용한다. 다른 집적회로 제조공정에서는 이 오가노실리케이트층을 하드마스크로서 사용하기도 하며, 또 다른 집적회로 제조공정에서는 이 오가노실리케이트층을 다마센 구조물에 포함시킨다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본원에 기재된 실시예를 실시하기 위해서 사용할 수 있는 디바이스의 개략도를 나타낸다.

도2는 화학증기증착(CVD) 챔버의 개략적인 단면도를 나타낸다.

도3a -3e는 반사방지 코팅층(ARC)으로서 오가노실리케이트층을 포함시킨 집적회로 제조의 각 단계에서의 기판의 개략적인 단면도를 나타낸다.

도4a 내지 4e는 하드마스크로서 오가노실리케이트층을 포함시킨 집적회로 제조의 각 단계에서의 기판의 개략적인 단면도를 나타낸다.

도5a 내지 5e는 다마센(damascene) 구조물중에 오가노실리케이트층을 포함하는 집적회로 제조의 각 단계에서 그 구조의 개략적인 단면도를 나타낸다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

11: 제어유닛36, 38, 40, 41: 프로세스 챔버

46: 로드락 챔버50: 전사챔버

51: 전사로봇54: 마이크로프로세서 제어기

102: 진공펌프120: 샤워헤드

130: 가스패널150: 웨이퍼 지지 페디스털

170: 히터소자172: 온도센서

190: 반도체 웨이퍼300, 400: 기판

302, 404: 오가노실리케이트층

304, 408: 에너지 민감성 레지스트 물질

350, 450: 기판구조물410: 마스크

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 오가노실리케이트층, 집적회로 가공시의 그것의 용도 및 오가노실리케이트층의 형성방법에 관한 것이다.

집적회로는 단일칩 상에 수백만의 구성부(예를 들어, 트랜지스터, 캐패시터 및 레지스터)를 포함할 수 있는 복합 장치로 발전하여 왔다. 칩 디자인이 발전할수록, 보다 빠른 순환성 및 훨씬 더 큰 회로밀도가 계속적으로 요구되고 있다. 훨씬 더 큰 회로밀도를 확보하기 위해서는, 집적회로 구성부의 치수를 감소시켜야 한다.

상기 집적회로 구성부의 치수가 감소(예를 들어, 마이크론 이하의 치수)함에 따라, 그러한 성분을 제조하는데 사용된 물질이 그것의 전기적인 성능에 영향을 주는데, 예를 들어 저-저항성 금속 상호연결부(예를 들어, 구리 및 알루미늄)는 집적회로상의 구성부 사이에 전도로를 제공한다. 일반적으로, 상기 금속 상호연결부는 절연물질에 의해서 서로 전기적으로 격리되어 있다. 인접하는 금속 상호연결부 사이의 거리 및/또는 상기 절연물질의 두께가 마이크론 이하의 치수일 경우, 그 상호연결부 사이에서 용량결합이 잠재적으로 발생한다. 인접하는 금속 상호연결부 사이의 용량결합으로 인해서, 집적회로의 전반적인 성능을 저하시키는 혼선 및/또는 저항-용량 지연이 발생할 수도 있다. 인접하는 금속 상호연결부 사이의 용량결합을 방지하기 위해서, 유전상수(k)가 낮은 절연물질(예를 들어, 유전상수가 약 4.5 미만인 것)이 필요하다.

훨씬 더 큰 집적회로 밀도를 얻기 위해서는, 집적회로 제조에 사용된 처리순서가 필요하다. 예를 들어, 종래 리소그래픽 기술을 사용하는 처리순서에서 에너지 민감성 레지스트층이 기판상의 물질층 더미 상에 형성된다. 이러한 바닥물질층의 대부분은 원자외선광을 반사시키는데, 이러한 반사로 말미암아 상기 에너지 민감성 레지스트 물질로 형성되는 라인 및 바이어스와 같은 기능부의 치수가 변화될 수 있다.

바닥물질층으로부터의 반사를 최소화시키기 위해서 제안된 하나의 기술은, 반사방지 코팅층(ARC)을 사용하는 것인데, 상기 ARC는 레지스트를 패터닝하기에 앞서서 반사물질층 상에 형성된다. 이 ARC는, 에너지 민감성 레지스트층 내에서의 정확한 패턴복제를 제공하면서, 레지스트가 이미지화(imaging)되는 동안에 바닥물질층 외로 반사되는 것을 억제한다.

직후, 상기 에너지 민감성 레지스트 물질내에 형성된 패턴은 일반적으로 바닥물질층으로 전사되며, 바닥물질층으로 패턴전사를 용이하게 하기 위해서 에너지 민감성 레지스트층과 바닥물질층 사이에 하드마스크층을 종종 사용하기도 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 기술에서는 집적회로를 제조하기에 적합한 저유전상수 물질이 필요한데, 특히 ARC 및/또는 하드마스크로도 적합한 저유전상수 물질이 바람직하다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은, 집적회로 가공에 사용하기 위한 오가노실리케이트층을 형성하는 방법을 제공한다. 제 1 실시예에서, 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시켜서 오가노실리케이트층을 형성한다. 전기장을 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물에 인가시켜서, 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시킬 수도 있다. 상기 가스 혼합물은 임의로 오가노실란 화합물, 산화가스, 및/또는 불활성가스를 포함할 수 있다.

상기 오가노실리케이트층은 집적회로 제조공정에 호환시킬 수 있는데, 임의의 집적회로의 가공순서에서, DUV 리소그래피용 반사방지 코팅층(ARC)으로서 오가노실리케이트층을 사용한다. 그러한 실시예에서, 바람직한 처리순서에는 기판 상에 오가노실리케이트층을 형성시키는 것을 포함한다. 상기 오가노실리케이트층의 굴절율(n)은 약 250nm 미만의 파장에서 약 1.20 내지 약 1.70이며, 흡광계수(k)는 약 0.1 내지 0.7의 범위이다. 층형성시에 사용된 가스조성물 뿐만 아니라 증착온도의 함수로서 굴절율 및 흡광계수가 바람직한 범위내에서 변화한다는 점에서, 상기 오가노실리케이트층의 굴절율(n) 및 흡광계수(k)를 조정할 수 있다. 오가노실리케이트층을 기판 상에 형성시키고 나서, 에너지감지 레지스트 물질층을 그 위에 형성시킨다. 약 250nm 미만 파장의 에너지 민감성 레지스트 내에서 패턴을 규정시키고 난 즉시, 상기 에너지 민감성 레지스트 물질 내에 규정된 패턴이 오가노실리케이트층으로 전사된다. 오가노실리케이트층이 패터닝된 후에, 그 패턴은 하드마스크로서 오가노실리케이트층을 사용하여 기판으로 임의적으로 전사된다.

또 다른 집적회로 가공순서에서, 상기 오가노실리케이트층을 다마센 구조물 내에 포함시킨다. 그러한 실시예에 대한 바람직한 처리순서에는 기판 상에 제 1 유전층을 증착시키는 것이 포함된다. 그런 다음, 상기 제 1 유전층 상에 오가노실

리케이트층을 형성하고 나서 바로, 상기 오가노실리케이트층을 패턴화하고, 그것을 통하여 콘택트/바이어스를 규정시키기 위해서 에칭한다. 상기 오가노실리케이트층을 패턴화하고 에칭한 후, 제 2 유전층을 그 위에 증착시키고 나서, 상기 제 2 유전층을 패턴화하고, 그것을 통해서 상호연결부를 규정시키기 위해서 에칭한다. 상기 제 2 유전층 내에 형성된 상호연결부는 오가노실리케이트층 내에 형성된 콘택트/바이어스 상에 위치한다. 상호연결부가 형성된 후에, 오가노실리케이트층 내에 규정된 콘택트/바이어스가, 하드마스크로서 상기 오가노실리케이트층을 사용하는 기판표면에 대하여 제 1 유전층을 통하여 에칭된다. 그 후, 상호연결부와 콘택트/바이어스를 전도성 물질로 충전시킴으로써, 다마센 구조물을 완성시킨다.

첨부된 도면과 함께 하기 상세한 설명을 참조하여, 본 발명의 요지를 용이하게 이해할 수 있다.

도1은 본원에 기재된 실시예에 따른 집적회로를 가공하는데 사용할 수 있는 웨이퍼 프로세싱 시스템(35)의 구조도이다. 이 디바이스는 일반적으로 프로세스 챔버(36, 38, 40, 41), 로드 -락(load -lock) 챔버(46), 전사챔버(50), 마이크로 프로세서 제어기(54) 및 전원(도시되지 않음) 및 진공펌프(도시되지 않음)와 같은 기타 하드웨어 구성부를 포함한다. 상기 웨이퍼 프로세싱 시스템(35)의 예로서, CENTURA[®] 시스템(캘리포니아 산타 클라라에 소재한 어플라이드 머티리얼 인코포레이티드 제품)이 있다.

본 발명에 사용된 상기 웨이퍼 프로세싱 시스템(35)은 1993년 2월 16일에 발행된, 명칭이 " Staged -Vacuum Substrate Processing System and Method" 로서 공동 양도된 미국특허 제 5,186,718호에 기재되어 있는데, 참고로 본원에 인용되어 있다. 이 시스템(35)의 현저한 특징을 간단하게 하기한다.

웨이퍼 프로세싱 시스템(35)에는 전사로봇(51)을 함유하는 전사챔버(50)가 있다. 상기 전사챔버(50)는 프로세스 챔버(36, 38, 40, 41)의 클러스터 뿐만 아니라 로드 -락(load -lock) 챔버(46)와 연결되어 있다.

로드 -락 챔버(46)를 통하여 상기 웨이퍼 프로세싱 시스템(35)으로 기판(도시되지 않음)이 로드된 직후, 전사로봇(51)은 1개 이상의 프로세스 챔버(36, 38, 40, 41) 사이로 기판을 이동시킨다.

각종 집적회로를 순서대로 가공시키는데 상기 프로세스 챔버(36, 38, 40, 41)가 사용된다. 예를 들어, 이중에서도 프로세스 챔버(36, 38, 40, 41)에는, 물리증기증착(PVD) 챔버, 이온화금속 플라즈마 물리증기증착(IMP PVD) 챔버, 화학증기증착(CVD) 챔버, 고속 열처리(RTP) 챔버 및 반사방지 코팅층(ARC) 챔버 등이 있다.

도2는 웨이퍼 프로세싱 시스템(35)의 화학증기증착(CVD) 프로세스 챔버의 개략적인 단면도를 나타낸다. CVD 프로세스 챔버(36)는 본원에 기재된 실시예에 따라 오가노실리케이트층을 증착시키는데 사용할 수도 있다. 그러한 CVD 프로세스 챔버(36)의 한 실례가 DXZTM (캘리포니아 산타 클라라에 소재한 어플라이드 머티리얼 인코포레이티드 제품)이다.

CVD 프로세스 챔버(36)는 일반적으로 가스패널(130), 제어유닛(110) 및 전원 및 진공펌프와 같은 기타 하드웨어 구성부를 포함한다. 상기 CVD 프로세스 챔버(36)에 대한 상세한 설명이, 참고로 본원에 기재되어 있는 발명의 명칭이 " High Temperature Chemical Deposition Chamber" 로서, 1998년 12월 14일에 출원된, 일반적으로 양도된 미국 특허출원번호 제 09/211,998호에 기재되어 있다. 상기 CVD 프로세스 챔버(36)의 특이할만한 특징을 간단하게 하기한다.

상기 CVD 프로세스 챔버(36)에는, 일반적으로 반도체 웨이퍼(190)와 같은 기판을 지지하는데 사용되는 지지 페디스털(pedestal)(150)이 하우징되어 있다. 이 페디스털(150)은 일반적으로 변위 메커니즘(도시되지 않음)을 사용하여 챔버(36) 내부의 수직방향으로 이동할 수 있다. 특정 프로세스에 따라서, 층을 증착시키기 전에 웨이퍼(190)를 일부 바람직한 온도로 승온시킬 수 있는데, 예를 들어 상기 웨이퍼 지지 페디스털(150)은 내장된 히터소자(170)에 의해서 가열되며, 또 AC 전원(106)으로부터 히터소자(170)까지 전류를 인가시킴으로써 저항력있게 가열시킬 수도 있다. 상

기 웨이퍼(190)는 순서대로 페디스털(150)에 의해서 가열된다.

열전쌍(thermocouple)과 같은 온도센서(172)가 웨이퍼 지지 페디스털(150) 내에 내장되어, 일반적인 방법으로 상기 페디스털(150)의 온도를 조정한다. 측정된 온도는 피드백 루프에 사용되어, 특정 프로세스 용도로 적합한 원하는 온도에서 웨이퍼온도를 유지하거나 제어하도록 상기 히터소자(170)용 전원(106)을 제어하는데 사용된다. 페디스털(150)은 플라즈마를 사용하여 또는 복사열(도시되지 않음)에 의해서 임의로 가열된다.

진공펌프(102)가 프로세스 챔버(36)를 평가하고, 챔버(36)내의 적절한 기류 및 압력을 유지하는데 사용된다. 이것을 통하여 챔버(36)내로 프로세스 가스가 도입되는 샤워헤드(120)가 웨이퍼 지지 페디스털(150)의 상에 위치하는데, 이 샤워헤드(120)는 가스패널(130)에 접속되며, 이 가스패널(130)은 처리순서의 각 단계에 사용된 각종 가스를 제어하고 공급한다.

상기 샤워헤드(120) 및 웨이퍼 지지 페디스털(150)은 한쌍의 공간분리된 전극을 형성한다. 이 전극사이에서 전기장이 발생될 경우, 챔버(36)내로 도입되는 프로세스 가스가 플라즈마로 연소된다. 일반적으로, 웨이퍼 지지 페디스털(150)이 매칭 네트워크(도시되지 않음)을 통하여 RF 전원(도시되지 않음)에 연결됨으로써 전기장이 발생한다. 또한, 상기 RF 전원 및 매칭 네트워크를 샤워헤드(120)에 연결시키거나, 샤워헤드(120) 및 웨이퍼 지지 페디스털(150) 양쪽에 모두 연결시킬 수도 있다.

플라즈마 촉진성 화학증기증착(PECVD) 기술은, 반응성종 플라즈마를 생성시키면서, 기판표면 근처의 반응영역에 전기장을 인가함으로써 반응가스의 여기 및/또는 해리를 촉진시킨다. 플라즈마 내에서 상기 종의 반응성은 사실상 이러한 PECVD 프로세스에 요구되는 온도를 저하시키기 때문에, 화학반응을 일으키는데 필요한 에너지를 감소시킨다.

1개 이상의 실시예에서, 페닐트리에톡시실란과 같은 1개 이상의 알콕시 작용기를 함유하는 페닐계 실란 화합물의 플라즈마 촉진성 산화에 의해서, 오가노실리케이트층 증착이 실시된다. 흐름이 제어된 가스로서 가스패널(130)을 제어한 상태에서, 상기 페닐계 알콕시실란 화합물을 프로세스 챔버(36) 내에 도입시킨다.

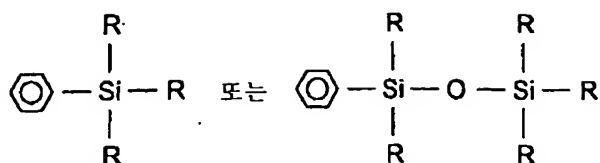
질량흐름 제어기(도시되지 않음) 및 컴퓨터(도시되지 않음)에 의해서, 상기 가스패널(130)을 통한 가스흐름을 적절하게 제어 및 규제한다. 상기 샤워헤드(120)는, 가스패널(130)로부터 프로세스 가스가 프로세스 챔버(100) 내에서 균일하게 도입되어 분산되게 한다.

도1을 참고하여, 상기 CVD 프로세스 챔버(36)가 마이크로프로세서 제어기(54)에 의해서 제어된다. 마이크로프로세서 제어기(54)는, 각종 챔버 및 서브-프로세서를 제어하기 위해서 대규모로 셋팅하여 사용할 수 있는 범용 컴퓨터 프로세서(CPU)중 어떠한 형태 중의 하나일 수도 있다. 상기 컴퓨터는 랜덤 액세스 메모리, 레드 온리 메모리, 플로피 디스크 드라이브, 하드 디스크와 같은 적당한 메모리, 또는 디지털 스토리지, 로컬 또는 리모트 중 어느 하나의 형태를 사용할 수도 있다. 프로세서를 지지하기 위해서, 각종 지지 회로를 종래방법으로 CPU에 연결시킬 수도 있으며, 요구되는 소프트웨어 루틴을 메모리에 저장시키거나, 원거리에서 위치하는 제 2 CPU에 의해서 실행시킬 수도 있다.

기판을 페디스털 상에 배치하고 나서, 소프트웨어 루틴을 실행시켰다. 실행시 소프트웨어 루틴은, 챔버 프로세스를 실시하기 위해서 챔버조작을 제어하는 특정 프로세스 컴퓨터로 범용 컴퓨터를 변형시킨다. 또한, 본 발명의 프로세스는 특정 집적회로 또는 기타 유형의 하드웨어 실장(implementation)의 용도로 하드웨어 내에서 실행되거나, 소프트웨어 또는 하드웨어의 조합물 내에서 실행될 수도 있다.

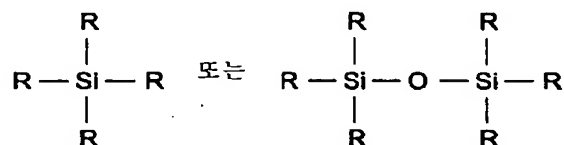
오가노실리케이트층 증착

일 실시예에서, 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시킴으로써, 오가노실리케이트층을 형성시킨다. 상기 페닐계 알콕시실란 화합물은 하기 화학식으로 표시된다:



상기 식에서, R은 x가 0 내지 3, y가 0 내지 6, z가 1 내지 30의 범위에 있는, $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 페닐트리메톡시실란($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$), 페닐트리메톡시실란($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$), 디페닐디메톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$) 및 디페닐디메톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$)이 있는데, 이 중에서 페닐계 알콕시실란 화합물을 사용한다.

가스 혼합물은 하기 화학식의 오가노실란 화합물을 임의로 포함할 수도 있다:



상기 식에서, R은 x가 0 내지 3, y가 0 내지 6, z가 1 내지 30의 범위에 있는, $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함할 수도 있다. 이 중에서, 트리메틸실란($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$), 메틸실란(SiCH_3), 트리에틸실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$), 디메틸실란(SiC_2H_8), 테트라메틸실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$), 메톡시실란(SiCH_3O), 디메틸디메톡시실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$), 디에틸디메톡시실란($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$), 디메틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 헥사메틸디실록산($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$), 비스(메틸실라노)메탄($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$), 1,2-비스(메틸실라노)에탄($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$)을 오가노실란 화합물로 사용할 수도 있다.

뿐만 아니라, 가스 혼합물은 산소함유 가스를 임의로 포함할 수 있는데, 이 중에서도, 산소(O_2), 오존(O_3), 아산화질소(N_2O), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 또는 이들의 조합물을 산소함유 가스로 사용할 수도 있다.

또한, 상기 가스 혼합물은 불활성 가스를 포함할 수 있는데, 이 중에서도 아르곤(Ar), 헬륨(He), 네온(Ne), 질소(N_2) 및 이들의 조합물을 불활성 가스로 사용할 수도 있다.

일반적으로, 도2에 나타난 것과 유사한 CVD 프로세스 챔버를 사용하여 오가노실리케이트층을 형성하는데 하기 증착 프로세스 파라미터를 사용할 수 있다. 상기 프로세스 파라미터에는, 약 50°C 내지 약 500°C 의 웨이퍼 온도, 약 1Torr 내지 약 500Torr의 챔버압, 약 100mg/분(mgm) 내지 약 1500mgm의 페닐계 알콕시실란 화합물 가스유속, 약 10scm 내지 약 2000scm의 오가노실란 화합물 가스유속, 약 10scm 내지 약 2000scm의 산소함유 가스 유속, 약 1scm 내지 약 10000scm의 불활성 가스 유속 및 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm² 사이의 RF 전력이 있다. 상기 프로세스 파라미터는, 증착챔버(캘리포니아 산타 클라라에 소재한 어플라이드 머티리얼 인코포레이티드 제품)내의 200mm(밀리미터) 기판 상에서 실장시키는 경우, 약 500Å/분 내지 약 20000Å/분의 범위에서 오가노실리케이트층에 대한 증착율을 제공한다.

본 발명의 범주 내에 있는 기타 증착챔버 및 상기 파라미터는, 오가노실리케이트층을 형성시키는데 사용된 특정 증착챔버에 따라서 달라질 수도 있는데, 예를 들어 기타 증착챔버는 보다 더 크거나(예를 들어, 300mm의 기판을 수납하도록 구성됨), 보다 더 적은 부피를 보유할 수도 있으며, 어플라이드 머티리얼 인코포레이티드 제품인 증착챔버에서 열거된 것보다 더 크거나 더 작은 가스 유속이 필요할 수도 있다.

상기 증착된 오가노실리케이트층은 집적회로의 절연물질로 사용하기에 적당한, 약 3.0 미만의 유전상수를 보유한다. 상기 오가노실리케이트층의 유전상수는 반응온도의 함수로서 원하는 범위 내에서 변화될 수 있다는 점에서 조정가능하다. 특히, 온도가 증가함에 따라 상기 증착층의 유전상수는 감소한다.

또한, 상기 오가노실리케이트층의 유전상수는 증형성 동안에 가스 혼합물 조성의 함수로서 조정될 수 있다. 가스 혼합물내의 탄소농도가 증가함에 따라, 상기 증착된 오가노실리케이트층의 탄소함량도 마찬가지로 증가하는 반면, 그것의 유전상수는 감소한다.

오가노실리케이트층은 또한 약 250nm 미만의 파장에서 약 0.1 내지 약 0.7의 범위에서 조정가능한 흡광계수를 갖는다. 상기 흡광계수는 반응온도의 함수로서 조정가능한데, 특히 온도가 증가할수록 증착층의 흡광계수는 증가한다.

집적회로 가공 프로세스

A. 오가노실리케이트 반사방지 코팅층(ARC)

도3a 내지 3e는 반사방지 코팅층(ARC)으로서 오가노실리케이트층을 포함시키는 집적회로 가공순서의 각 단계에서 기판(300)의 개략적인 단면도를 나타낸다. 일반적으로, 상기 기판(300)은 필름가공이 실시되는 임의의 워크피스(work piece)를 의미하며, 기판구조물(350)은 상기 기판(300) 상에 형성된 기타 물질층과 함께 상기 기판(300)을 일반적으로 정의하는데 사용된다. 프로세싱의 특정단계에 따라서, 기판(300)이 실리콘 웨이퍼, 또는 기판 상에 이미 형성된 기타 물질층이 될 수도 있다. 예를 들어, 도3a는 기판(300)이 실리콘 웨이퍼인 기판 구조물(350)의 단면도를 나타낸다.

오가노실리케이트층(302)은 기판구조물(350) 상에 형성되는데, 이 오가노실리케이트층(302)은 상기 프로세스 파라미터에 따라서 기판구조물(350) 상에 형성된다. 상기 오가노실리케이트층의 흡광계수(κ)는 약 250nm(나노미터) 미만의 파장에서 약 0.1 내지 약 0.7 사이에서 변화할 수 있는데, 이 범위에 있는 오가노실리케이트층을 심원자외선(DUV) 파장에서 반사방지 코팅층(ARC)으로 사용하기에 적합하다. 오가노실리케이트층의 흡광계수는, 이것이 증착온도 뿐만 아니라 증형성동안에 가스 혼합물중의 탄소농도의 함수로서 원하는 범위 내에서 변화될 수 있다는 점에서 조정가능하다. 상기 오가노실리케이트층(302)의 두께는 프로세싱의 특정단계에 따라 달라질 수 있는데, 일반적으로 오가노실리케이트층의 두께는 약 200Å 내지 약 2000Å이다.

도3b는 도3a의 기판구조물(350) 상에 형성된 에너지 민감성 레지스트 물질(304)층을 나타낸다. 에너지 민감성 레지스트 물질층을 기판구조물(350) 상에 약 2000Å 내지 약 6000Å의 범위 이내의 두께로 스핀도포할 수도 있다. 상기 에너지 민감성 레지스트 물질은 약 250nm 미만의 파장을 갖는 DUV 방사선에 감지된다.

마스크(306)를 통하여 DUV 방사선에 이러한 에너지 민감성 레지스트 물질(304)을 노광시킴으로써, 패턴 이미지를 에너지 민감성 레지스트 물질(304)층 내에 도입시킨다. 상기 패턴 이미지를 에너지 민감성 레지스트 물질(304)층에 도입시킬 경우, 오가노실리케이트층(302)은 바닥에 있는 물질층(예를 들어, 옥사이드, 금속류)이 조금이라도 반사되는 것을 방지한다. 이러한 반사에 의해서, 에너지 민감성 레지스트 물질(304)층 내에 도입된 패턴 이미지가 손상될 수 있다.

에너지 민감성 레지스트 물질(304)층 내로 도입된 패턴 이미지는 적당한 현상액 내에서 현상되어, 도3c에 표시한 대로 그것을 관통하여 패턴을 규정시킨다. 그리고 나서, 도3d를 참고로 하여 에너지 민감성 레지스트 물질(304) 내에서 규정된 패턴은 오가노실리케이트층(302)을 통하여 전사된다. 이 패턴은 마스크로서 에너지 민감성 레지스트 물질(304)을 사용하여, 오가노실리케이트층(302)을 통해 전사된다. 또한, 적당한 화학부식제(예를 들어, 카본 테트라플루오라이드(CF₄) 또는 트리플루오로메탄, 트리플루오로에탄 또는 플루오로부텐(CHF₃) 및 산소(O₂)를 포함하는 가스 혼합물)를 사용하여 에칭시킴으로써, 상기 패턴이 오가노실리케이트층(302)을 통하여 전사된다.

도3e는 오가노실리케이트층(302) 내에 규정된 패턴을 기판(300)으로 전사시켜서, 집적회로의 가공순서가 완료된 것을 나타낸다. 하드마스크로서 오가노실리케이트층(302)을 사용하여, 기판(300)으로 패턴을 전사시킨다. 또한, 적당한 화학부식제(예를 들어, CF₄)를 사용하여 기판(300)을 에칭시킴으로써, 기판(300)내로 패턴을 전사시킨다.

상기 기판(300)을 패터닝한 후에, 적당한 화학부식제(예를 들어, 카본 테트라플루오라이드(CF₄), 또는 트리플루오로메탄(CHF₃) 및 산소(O₂)를 포함하는 가스 혼합물)를 사용하여 에칭시킴으로써, 기판구조물(350)로부터 오가노실리케이트층(302)을 임의적으로 박리시킬 수 있다.

B. 오가노실리케이트 하드마스크

도4a 내지 4e는 하드마스크로서 오가노실리케이트층이 포함되는 집적회로 가공순서의 각 단계에서 기판(400)의 개략적인 단면도를 나타낸다. 일반적으로, 기판(400)은 프로세싱이 실시되는 임의의 워크피스를 의미하며, 기판구조물(450)은 상기 기판(400) 상에 형성된 기타 물질층과 병용되는 기판을 일반적으로 정의하는데 사용된다. 프로세싱의 특정단계에 따라서, 상기 기판(400)은 실리콘기판 또는 기판 상에 이미 형성된 기타 물질층일 수도 있다. 도4a는, 그 위에 물질층(402)이 형성되어 있는, 예를 들어 기판구조물(450)의 단면도를 나타내는데, 상기 물질층(402)은 옥시드(예를 들어, 실리콘 디옥시드)일 수도 있다. 일반적으로, 상기 기판(400)으로는, 실리콘, 실리콘, 금속 또는 기타 물질층이 있다. 또한, 도4a는 상기 기판(400)이 실리콘 디옥시드층이 그 위에 형성되어 있는 실리콘인 경우의 한 실시예를 나타낸다.

도4b는 도4a의 기판구조물(450) 상에 형성된 오가노실리케이트층(404)을 나타내는데, 이 오가노실리케이트층(404)은 상기 프로세스 파라미터에 따라서 기판구조물(450) 상에 형성된다. 오가노실리케이트층의 두께는 프로세싱의 특정단계에 따라 달라지는데, 일반적으로 약 200Å 내지 약 2000Å의 두께로 오가노실리케이트층(404)이 증착된다.

에너지 민감성 레지스트 물질(408)층은 오가노실리케이트층(404) 상에 형성되는데, 이 에너지 민감성 레지스트 물질(408)층은 약 4000Å 내지 약 10000Å의 범위 이내의 두께로 기판 상에 스퍼드포시킬 수 있다. 대부분의 에너지 민감성 레지스트 물질은 약 450nm(나노미터) 미만의 파장을 갖는 자외선(UV) 방사선에 감지되며, 심자외선(DUV) 레지스트 물질은 약 245nm 미만의 파장을 갖는 UV 방사선에 감지된다.

가공순서에 사용된 에너지 민감성 레지스트 물질(408)의 에칭 화학론에 따라서, 에너지 민감성 레지스트 물질(408)층에 앞서 오가노실리케이트층(404) 상에 중간층(406)이 형성된다. 상기 에너지 민감성 레지스트 물질(408) 및 오가노실리케이트층(404)을 동일한 화학부식제를 사용하여 에칭시킬 수 있는 경우에, 상기 중간층(406)이 오가노실리케이트층(404)에 대한 마스크로서 작용한다. 상기 중간층(406)을 오가노실리케이트층(404) 상에 통상적으로 형성시킬 수 있으며, 이 중간층(406)은 옥시드, 니트ريد, 실리콘 옥시니트ريد, 비정질 실리콘 또는 기타 적당한 물질일 수도 있다.

이러한 에너지 민감성 레지스트 물질(408)을 마스크(410)를 통하여 DUV 방사선에 노광시킴으로써, 패턴 이미지를 에너지 민감성 레지스트 물질(408)층에 도입시킨다. 에너지 민감성 레지스트 물질(408)층 내에 도입된 패턴 이미지는 적당한 현상액 내에서 현상되어, 도4c에 표시된 대로 그것을 관통하는 패턴을 규정시킨다.

그런 다음, 도4d를 참고로 하여, 에너지 민감성 레지스트 물질(408) 내에 규정된 패턴이, 마스크로서 에너지 민감성 레지스트 물질(408)을 사용하여 오가노실리케이트층(404)을 통해 전사된다. 또한, 적당한 화학부식제를 사용하여, 오가노실리케이트층(404)을 통해 패턴이 전사되는데, 오가노실리케이트층(404)을 화학적으로 에칭시키기 위해서, 예를 들어 카본 테트라플루오라이드(CF_4), 플루오로에탄(C_2F_6), 및 플루오로부텐(C_4F_8)과 같은 플루오로카본 화합물을 사용할 수도 있다.

또한, 중간층(406)이 존재하는 경우, 에너지 민감성 레지스트 물질(408) 내에 규정된 패턴이, 마스크로서 에너지 민감성 레지스트 물질(408)을 사용하여 중간층(406)을 통해 먼저 전사된다. 그 후에, 마스크로서 중간층(406)을 사용하여 오가노실리케이트층(404)을 통하여 패턴이 전사되며, 적당한 화학부식제를 사용하여 상기 중간층(406) 뿐만 아니라 오가노실리케이트층(404) 양자를 통해 패턴이 전사된다.

도4e는 하드마스크로서 오가노실리케이트층(404)을 사용하여, 실리콘 디옥사이드층(402)을 통하여 오가노실리케이트층(404) 내에 규정된 패턴을 전사시킴으로써, 집적회로의 가공순서를 완료하는 것을 나타낸다.

상기 실리콘 디옥사이드층(402)을 패터닝한 다음, 적당한 화학부식제를 사용하여 에칭시켜서, 기판(400)으로부터 오가노실리케이트층(404)을 임의로 박리시킬 수 있다.

C. 오가노실리케이트층이 포함된 다마센 구조물

도5a 내지 5e는 오가노실리케이트층이 내부에 포함된 다마센 구조물 가공순서의 각 단계에서의 기판(500)의 개략적인 단면도를 나타낸다. 다마센 구조물은 집적회로 상에 금속성 상호연결부를 형성하는데 일반적으로 사용된다. 프로세싱의 특정단계에 따라서, 기판(500)은 실리콘기판 또는 그 기판(500) 상에 이미 형성된 기타 물질층일 수도 있다. 도5a는, 예를 들어, 전도성 기능부(501), 중간금속 유전체(503), 베리어층(505) 및 그 위에 제 1 유전층(502)이 형성된 기판(500)의 단면도를 나타낸다. 상기 전도성 기능부(501)는 금속(예를 들어, 알루미늄, 구리)일 수도 있으며, 중간금속 유전체(503) 및 베리어층(505)은 낮은 유전상수를 갖는 물질(예를 들어, 오가노실리케이트 물질, 실리콘 카바이드)일 수도 있다. 제 1 유전층(502)은 옥사이드(예를 들어, 실리콘 디옥사이드, 플루오로실리케이트 유리)일 수 있는데, 일반적으로 기판(500)은 실리콘, 실리콘, 금속 또는 기타 물질층을 포함할 수도 있다.

도5a는 기판(500)이 실리콘이며, 전도성 기능부(501)가 구리이고, 중간금속 유전체(503)가 실리콘 옥사이드이며, 제 1 유전층(502)이 플루오로실리케이트 유리인 하나의 실시예를 나타낸다. 상기 제 1 유전층(502)의 두께는, 가공시킬 구조물의 크기에 따라 달라지긴 하지만, 대략 1000Å 내지 10000Å이다.

오가노실리케이트층(504)은 제 1 유전층(502) 상에 형성되는데, 이 오가노실리케이트층(504)은 상기 프로세스 파라미터에 따라서 제 1 유전층(502) 상에 형성된다. 다마센 구조물 내에 형성될 금속 상호연결부 사이의 용량결합을 방지하거나 최소화시키기 위한, 상기 오가노실리케이트층(504)의 유전상수는 약 3.0 미만이다. 그러나, 층형성동안에 가스 혼합물의 조성 뿐만 아니라 반응온도의 함수로서 원하는 범위 내에서 변화시킬 수 있다는 점에서, 오가노실리케이트층의 유전상수는 조정될 수 있다.

상기 오가노실리케이트(504)의 두께는 프로세싱의 특정단계에 따라서 달라질 수 있다. 실질적으로 그 위에 형성된 유전물질에 대한 에칭 선택도와 그것의 유전상수에 따라 달라지긴 하지만(예를 들어, 상부에 위치하는 유전층에 대한 베리어층의 에칭선택도가 약 10:1를 훨씬 초과하는 것이 바람직함), 일반적으로 오가노실리케이트층(504)의 두께는 약 200Å 내지 약 1000Å이다.

도5b를 참고로 하여, 오가노실리케이트층(504)이 패터닝되어, 콘택트/바이어스가 형성될 영역 내에 이 콘택트/바이어스 개구부(506)를 규정시키기 위해서 에칭하고, 제 1 유전층(502)을 노광시킨다. 상기 콘택트/바이어스 개구부(506)는 전도성 기능부(501) 상에 위치한다. 상기 오가노실리케이트층(504)은 통상적인 리소그래피(도4b 내지 4d를 참고로 하여 상기한 대로임)를 사용하여 패터닝하고, 플루오로메탄(CF_4), 플루오로에탄(C_2F_6), 플루오로부텐(C_4F_8) 및 이들의 조합물과 같은 플루오로카본 화합물을 사용하여 에칭시킨다.

오가노실리케이트층(504)을 패터닝시키고 나서, 도5c에 표시한 대로 제 2 유전층(508)을 오가노실리케이트층(504) 상에 증착시킨다. 제 2 유전층(508)은 옥사이드(예를 들어, 실리콘 디옥사이드, 플루오로실리케이트 유리)일 수도 있으며, 가공시킬 구조물의 크기에 따라 달라지긴 하지만, 제 2 유전층(508)의 두께는 약 1000Å 내지 약 10000Å이다.

그리고 나서, 도5d에 도시한 대로 상호연결부(510)를 규정시키기 위해서 제 2 유전층(508)을 패터닝시키는데, 상기한 대로 통상적인 리소그래피 공정을 사용하는 것이 바람직하다. 제 2 유전층(508) 내에 형성된 상호연결부(510)를 오가노실리케이트층(504)내의 콘택트/바이어스 개구부(506) 상에 배치시키고 나서, 전도성 기능부(501)의 표면을 노광시키기 위해서 상호연결부(510) 및 콘택트/바이어스(506)를, 반응성 이온에칭 또는 기타 비등방성 에칭기술을 사용하여 에칭시킨다.

도5e를 참고로 하여, 상호연결부(510) 및 콘택트/바이어스(506)를 알루미늄(Al), 구리(Cu), 텅스텐(W) 또는 이들의 조합물과 같은 전도성 물질(514)로 충전시킨다. 일반적으로, 상호연결부(510) 및 콘택트/바이어스(506)를 충전시키는데 저항이 낮은(약 $1.7\mu -cm$) 구리를 사용한다. 상기 전도성 물질(514)은 화학 증기증착법, 물리 증기증착법, 전기 도금법 또는 이들을 조합시킨 방법을 사용하여 증착시켜서, 다마센 구조물을 형성한다. 바람직하게는, 탄탈륨, 탄탈륨 니트라이드, 또는 기타 적합한 베리어 물질과 같은 베리어층(512)을 상호연결부(510) 및 콘택트/바이어스(506)의 측벽 위에 적당하게 먼저 증착시켜서, 근방의 유전층(502, 508) 뿐만 아니라 오가노실리케이트층(504)으로 금속이 이동되는 것을 방지한다.

본 발명의 취지에 부합되는 다수의 바람직한 실시예를 나열하여 상세하게 설명하였다 하더라도, 당업자는 이러한 취지에 부합되는 다수의 기타 변형실시예를 쉽게 고안해 낼 수 있다.

발명의 효과

집적회로를 제조하기에 적합한 일종의 저유전상수 물질인 본 발명의 오가노실리케이트층은, 집적회로 처리순서와 호환 가능하며, 임의의 집적회로 연속제조시에 오가노실리케이트층을 반사방지 코팅층(ARC) 및 하드마스크로서 사용할 수도 있을 뿐만 아니라, 이 오가노실리케이트층을 다마센 구조물에 포함시켜서 사용할 수도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

증착챔버 내에 기판을 배치시키는 단계;

폐닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 증착챔버 내에 제공하는 단계; 및

가스 혼합물을 반응시켜서 기판 상에 오가노실리케이트층을 형성시키는 단계를 포함하는 박막증착방법.

청구항 2.

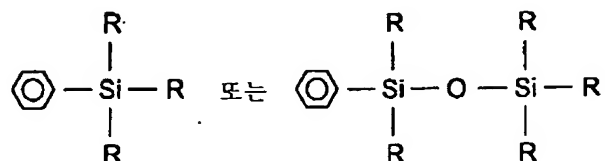
제 1항에 있어서, 증착챔버내의 가스 혼합물에 전기장을 인가시킴으로써, 가스 혼합물을 반응시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 가스 혼합물이 오가노실란 화합물을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

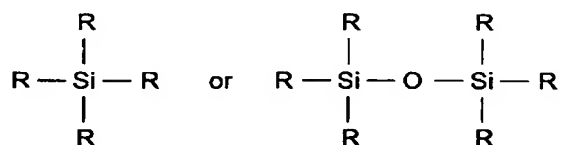
R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 5.

제 4항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이, 페닐트리에톡시 실란($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$), 페닐트리메톡시실란($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_4$), 디페닐디에톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$), 디페닐디메톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 3항에 있어서, 오가노실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 오가노실란 화합물이 트리메틸실란 ($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$), 트리에틸실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$), 메틸실란 (SiCH_6), 디메틸실란 (SiC_2H_8), 테트라메틸실란 ($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$), 메톡시실란 (SiCH_6O), 디메틸디메톡시실란 ($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$), 디에틸디메톡시실란 ($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$), 디메틸디에톡시실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 헥사메틸디실록산 ($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$), 비스(메틸실라노)메탄 ($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$), 1,2 -비스(메틸실라노)에탄 ($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 1항에 있어서, 가스 혼합물이 산소함유 가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 8항에 있어서, 산소함유 가스가 아산화질소 (N_2O), 산소 (O_2), 오존 (O_3), 일산화탄소 (CO), 이산화탄소 (CO_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 2항에 있어서, 증착챔버 내에서 가스 혼합물에 인가된 전기장이 라디오 주파수(RF) 전력임을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 10항에 있어서, RF 전력이 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm²의 범위 이내임을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 1항에 있어서, 증착챔버가 약 1torr 내지 약 500torr 사이의 압력에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 약 10mgm(mg/분) 내지 약 1500mgm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 3항에 있어서, 오가노실란 화합물이 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 8항에 있어서, 산소함유 가스가 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 1항에 있어서, 증착챔버가 약 50℃ 내지 약 500℃ 사이의 온도에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 1항에 있어서, 가스 혼합물이 불활성가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제 17항에 있어서, 불활성가스가 헬륨(He), 아르곤(Ar), 네온(Ne), 크세논(Xe), 질소(N₂) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 17항에 있어서, 불활성가스가 약 1sccm 내지 약 10000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

증착챔버 내에 기판을 배치시키는 단계;

페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 증착챔버 내에 제공하는 단계; 및

가스 혼합물을 반응시켜서 기판 상에 오가노실리케이트층을 형성시키는 단계를 포함하여, 기판 상에 오가노실리케이트층을 형성시키는 방법.

청구항 21.

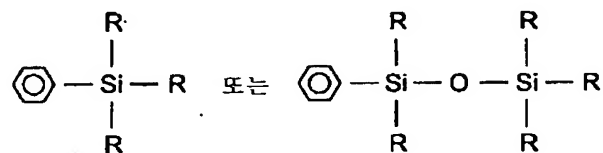
제 20항에 있어서, 증착챔버내의 가스 혼합물에 전기장을 인가시킴으로써, 가스 혼합물을 반응시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 22.

제 20항에 있어서, 가스 혼합물이 오가노실란 화합물을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

제 20항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

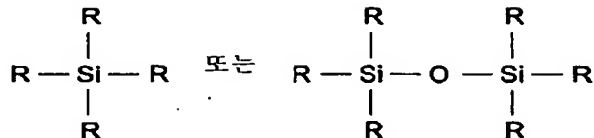
R은 O_xC_yH_z 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 24.

제 23항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이, 페닐트리에톡시실란(SiO₃C₁₂H₂₀), 페닐트리에톡시실란(SiO₃C₉H₁₄), 디페닐디에톡시실란(SiO₂C₁₆H₂₀), 디페닐디메톡시실란(SiO₂C₁₄H₁₆) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제 22항에 있어서, 오가노실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 26.

제 25항에 있어서, 오가노실란 화합물이 트리메틸실란($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$), 트리에틸실란($\text{SiC}_6\text{H}_{18}$), 메틸실란(SiCH_3), 디메틸실란(SiC_2H_6), 테트라메틸실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$), 메톡시실란(SiCH_3O), 디메틸디메톡시실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$), 디에틸디메톡시실란($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$), 디메틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 헥사메틸디실록산($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$), 비스(메틸실라노)메탄($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$), 1,2 -비스(메틸실라노)에탄($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 27.

제 20항에 있어서, 가스 혼합물이 산소함유 가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 28.

제 27항에 있어서, 산소함유 가스가 아산화질소(N_2O), 산소(O_2), 오존(O_3), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 29.

제 21항에 있어서, 증착챔버 내에서 가스 혼합물에 인가된 전기장이 라디오 주파수(RF) 전력임을 특징으로 하는 방법.

청구항 30.

제 29항에 있어서, RF 전력이 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm²의 범위 이내임을 특징으로 하는 방법.

청구항 31.

제 20항에 있어서, 증착챔버가 약 1torr 내지 약 500torr 사이의 압력에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 32.

제 20항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 약 10mgm(mg/분) 내지 약 1500mgm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 33.

제 22항에 있어서, 오가노실란 화합물이 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 34.

제 27항에 있어서, 산소함유 가스가 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 35.

제 20항에 있어서, 증착챔버가 약 50℃ 내지 약 500℃ 사이의 온도에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 36.

제 20항에 있어서, 가스 혼합물이 불활성가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 37.

제 36항에 있어서, 불활성가스가 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 네온 (Ne), 크세논 (Xe), 질소 (N₂) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 38.

제 36항에 있어서, 불활성가스가 약 1sccm 내지 약 10000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 39.

증착챔버 내에 기판을 배치시키는 단계;

페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 증착챔버 내에 제공하는 단계; 및

가스 혼합물을 반응시켜서 기판 상에 오가노실리케이트층을 형성시키는 단계를 포함하는 증착방법을 사용하여, 실행시 범용 컴퓨터가 증착챔버를 제어하도록 하는 소프트웨어 루틴을 함유하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 40.

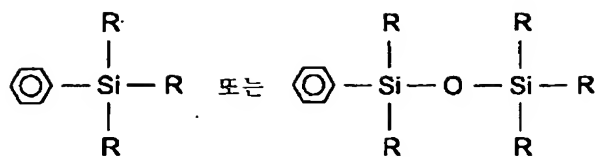
제 39항에 있어서, 증착챔버내의 가스 혼합물에 전기장을 인가시킴으로써, 가스 혼합물을 반응시킴을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 41.

제 39항에 있어서, 가스 혼합물이 오가노실란 화합물을 더 포함함을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 42.

제 39항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체:



상기 식에서,

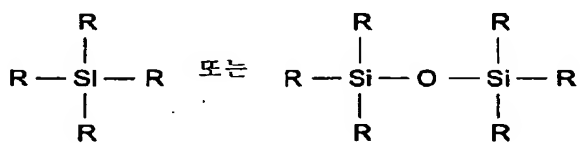
R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 43.

제 42항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이, 페닐트리에톡시실란 ($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$), 페닐트리메톡시실란 ($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$), 디페닐디에톡시실란 ($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$), 디페닐디메톡시실란 ($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 44.

제 41항에 있어서, 오가노실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.



상기 식에서,

R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 45.

제 44항에 있어서, 오가노실란 화합물이 트리메틸실란 ($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$), 트리에틸실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$), 메틸실란 (SiCH_3), 디메틸실란 (SiC_2H_6), 테트라메틸실란 ($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$), 메톡시실란 (SiCH_3O), 디메틸디메톡시실란 ($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란 ($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$), 디메틸디에톡시실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 헥사메틸디실록산 ($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$), 비스(메틸실라노)메탄 ($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$), 1,2-비스(메틸실라노)에탄 ($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 46.

제 39항에 있어서, 가스 혼합물이 산소함유 가스를 더 포함함을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 47.

제 46항에 있어서, 산소함유 가스가 아산화질소(N_2O), 산소(O_2), 오존(O_3), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 48.

제 40항에 있어서, 증착챔버 내에서 가스 혼합물에 인가된 전기장이 라디오 주파수(RF) 전력임을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 49.

제 48항에 있어서, RF 전력이 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm²의 범위 이내임을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 50.

제 39항에 있어서, 증착챔버가 약 1torr 내지 약 500torr 사이의 압력에서 유지됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 51.

제 39항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 약 10mgm(mg/분) 내지 약 1500mgm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 52.

제 41항에 있어서, 오가노실란 화합물이 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 53.

제 46항에 있어서, 산소함유 가스가 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 54.

제 39항에 있어서, 증착챔버가 약 50℃ 내지 약 500℃ 사이의 온도에서 유지됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 55.

제 39항에 있어서, 가스 혼합물이 불활성가스를 더 포함함을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 56.

제 55항에 있어서, 불활성가스가 헬륨(He), 아르곤(Ar), 네온(Ne), 크세논(Xe), 질소(N_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 57.

제 55항에 있어서, 불활성가스가 약 1sccm 내지 약 10000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 컴퓨터 저장매체.

청구항 58.

기관 상에 오가노실리케이트층을 형성하는 단계로서, 증착챔버 내에서 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시킴으로써 오가노실리케이트층을 형성시키는 단계; 및

오가노실리케이트층의 1개 이상의 영역 내에 패턴을 규정시키는 단계를 포함하는 디바이스의 형성방법.

청구항 59.

제 58항에 있어서, 마스크로서 오가노실리케이트층을 사용하여, 오가노실리케이트층의 1개 이상의 영역 내에 규정된 패턴을 기관내로 전사시키는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 60.

제 59항에 있어서, 오가노실리케이트층을 기관으로부터 제거시키는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 61.

제 58항에 있어서, 기관이 그 위에 형성된 1개 이상의 물질층을 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 62.

제 58항에 있어서, 오가노실리케이트층의 1개 이상의 영역 내에 패턴을 규정시키는 단계가,

오가노실리케이트층 상에 에너지 민감성 레지스트 물질층을 형성시키는 단계;

에너지 민감성 레지스트 물질을 패턴화된 방사선에 노광시킴으로써, 패턴이미지를 에너지 민감성 레지스트 물질층에 도입시키는 단계;

에너지 민감성 레지스트 물질층 내에 도입된 패턴이미지를 현상시키는 단계; 및

마스크로서 에너지 민감성 레지스트 물질층을 사용하여, 오가노실리케이트층을 통하여 패턴을 전사시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 63.

제 62항에 있어서, 오가노실리케이트층 상에 에너지 민감성 레지스트층을 형성시키기 전에 중간층을 형성시키고, 패턴이미지를 내부에 도입시키고 나서, 패턴을 현상하는 단계;

마스크로서 에너지 민감성 레지스트 물질을 사용하여, 에너지 민감성 레지스트 물질층 내에서 현상된 패턴이미지를 중간층을 통하여 전사시키는 단계; 및

마스크로서 중간층을 사용하여, 오가노실리케이트층을 통하여 패턴을 전사시키는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 64.

제 63항에 있어서, 중간층이 옥시드 층임을 특징으로 하는 방법.

청구항 65.

제 64항에 있어서, 옥시드가 실리콘 디옥시드, 플루오로실리케이트 유리 (FSG) 및 실리콘 옥시나트리드로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 66.

제 60항에 있어서, 불소계 화합물을 사용하여, 오가노실리케이트층을 기관으로부터 제거시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 67.

제 66항에 있어서, 불소계 화합물이 카본 테트라플루오라이드 (CF_4), 플루오로메탄 (CFH_3), 플루오로에탄 (C_2F_6), 플루오로부텐 (C_4F_8) 및 이들의 조합물로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 68.

제 58항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 250nm(나노미터) 미만의 파장에서 반사방지 코팅층임을 특징으로 하는 방법.

청구항 69.

제 58항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 250nm 미만의 파장에서 약 0.1 내지 약 0.7 범위내의 흡광계수를 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 70.

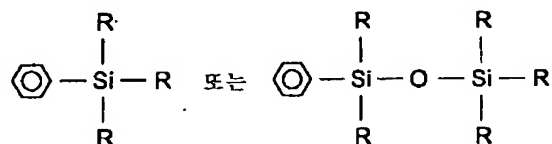
제 58항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 3.0 미만의 유전상수를 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 71.

제 58항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 1.2 내지 약 1.7의 범위내의 굴절율을 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 72.

제 58항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 $O_xC_yH_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 73.

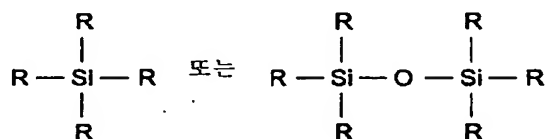
제 72항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이, 페닐트리에톡시실란($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$), 페닐트리메톡시실란($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$), 디페닐디에톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$), 디페닐디메톡시실란($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 74.

제 58항에 있어서, 가스 혼합물이 오가노실란 화합물을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 75.

제 74항에 있어서, 오가노실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 76.

제 75항에 있어서, 오가노실란 화합물이 트리메틸실란($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$), 트리에틸실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$), 메틸실란(SiCH_6), 디메틸실란(SiC_2H_8), 테트라메틸실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$), 메톡시실란(SiCH_6O), 디메틸디메톡시실란($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$), 디메틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 디에틸디에톡시실란($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$), 헥사메틸디실록산($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$), 비스(메틸실라노)메탄($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$), 1,2-비스(메틸실라노)에탄($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 77.

제 58항에 있어서, 가스 혼합물이 산소함유 가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 78.

제 77항에 있어서, 산소함유 가스가 아산화질소(N_2O), 산소(O_2), 오존(O_3), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 79.

제 58항에 있어서, 가스 혼합물에 전기장을 인가시킴으로써, 가스 혼합물을 반응시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 80.

제 79항에 있어서, 가스 혼합물에 인가된 전기장이 라디오 주파수(RF) 전력임을 특징으로 하는 방법.

청구항 81.

제 80항에 있어서, RF 전력이 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm²의 범위 이내임을 특징으로 하는 방법.

청구항 82.

제 58항에 있어서, 증착챔버가 약 1torr 내지 약 500torr 사이의 압력에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 83.

제 58항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 약 10mgm(mg/분) 내지 약 1500mgm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 84.

제 74항에 있어서, 오가노실란 화합물이 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 85.

제 77항에 있어서, 산소함유 가스가 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 86.

제 58항에 있어서, 증착챔버가 약 50℃ 내지 약 500℃ 사이의 온도에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 87.

제 58항에 있어서, 가스 혼합물이 불활성가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 88.

제 87항에 있어서, 불활성가스가 헬륨(He), 아르곤(Ar), 네온(Ne), 크세논(Xe), 질소(N₂) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 89.

제 87항에 있어서, 불활성가스가 약 1sccm 내지 약 10000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 90.

기관 상에 제 1 유전층을 형성시키는 단계;

증착챔버 내에서 페닐계 알콕시실란 화합물을 포함하는 가스 혼합물을 반응시켜서 형성된 오가노실리케이트층을 제 1 유전층 상에 형성시키는 단계;

오가노실리케이트층을 패터ん화시켜서 오가노실리케이트층을 관통하여 콘택트/바이어스를 규정시키는 단계;

패턴화된 오가노실리케이트층 상에 제 2 유전층을 형성시키는 단계;

제 2 유전층을 패턴화시켜, 오가노실리케이트층 내에 규정된 콘택트/바이어스 상에 상호연결부를 배치시키는 단계;

제 1 유전층을 에칭시켜, 제 1 유전층을 관통하는 콘택트/바이어스를 형성시키는 단계; 및

전도성 물질로 콘택트/바이어스 및 상호연결부를 충전시키는 단계를 포함하는 다마센(damascene) 구조물의 가공방법.

청구항 91.

제 90항에 있어서, 제 1 유전층 및 제 2 유전층이, 비정질 카본, 불소화된 비정질 카본, 파릴렌, 불소화된 실리케이트 유리(ESG), AF_4 , BCB, 실리콘 카바이드, 옥시니트ريد 및 이들의 조합물로 이루어진 군으로부터 각각 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 92.

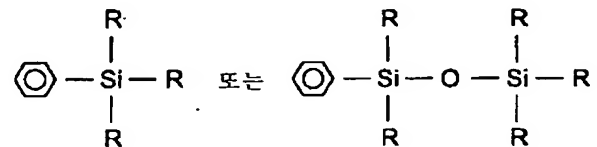
제 90항에 있어서, 콘택트/바이어스 및 상호연결부를 충전시키는 전도성 물질이 구리(Cu), 알루미늄(Al), 텅스텐(W) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 93.

제 90항에 있어서, 가스 혼합물이 산소함유 가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 94.

제 90항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 $O_x C_y H_z$ 치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 95.

제 94항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이, 페닐트리에톡시실란($\text{SiO}_3 \text{C}_{12} \text{H}_{20}$), 페닐트리메톡시실란($\text{SiO}_3 \text{C}_9 \text{H}_{14}$), 디페닐디에톡시실란($\text{SiO}_2 \text{C}_{16} \text{H}_{20}$), 디페닐디메톡시실란($\text{SiO}_2 \text{C}_{14} \text{H}_{16}$) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 96.

제 93항에 있어서, 산화가스가 아산화질소(N_2O), 산소(O_2), 오존(O_3), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 97.

제 90항에 있어서, 가스 혼합물에 전기장을 인가시킴으로써, 가스 혼합물을 반응시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 98.

제 97항에 있어서, 가스 혼합물에 인가된 전기장이 라디오 주파수(RF) 전력임을 특징으로 하는 방법.

청구항 99.

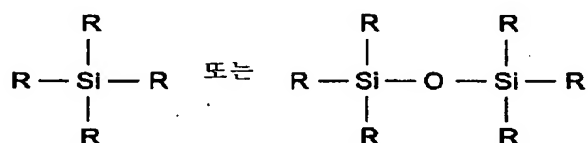
제 98항에 있어서, RF 전력이 약 1watts/cm² 내지 약 1500watts/cm²의 범위 이내임을 특징으로 하는 방법.

청구항 100.

제 90항에 있어서, 가스 혼합물이 오가노실란 화합물을 더 포함함을 특징으로 하는 방법

청구항 101.

제 100항에 있어서, 오가노실란 화합물이 하기 화학식을 보유함을 특징으로 하는 방법:



상기 식에서,

R은 O_xC_yH_z치환체를 포함하는데, 여기에서 x는 0 내지 3의 범위를 갖고, y는 0 내지 6의 범위를 가지며, z는 1 내지 30의 범위를 갖는다.

청구항 102.

제 101항에 있어서, 오가노실란 화합물이 트리메틸실란(SiC₃H₁₀), 트리에틸실란(SiC₆H₁₆), 메틸실란(SiCH₆), 디메틸실란(SiC₂H₈), 테트라메틸실란(SiC₄H₁₂), 메톡시실란(SiCH₆O), 디메틸디메톡시실란(SiC₄H₁₂O₂), 디에틸디메톡시실란(SiC₈H₂₀O₂), 디메틸디에톡시실란(SiC₆H₁₆O₂), 디에틸디에톡시실란(SiC₆H₁₆O₂), 헥사메틸디실록산(Si₂C₆H₁₈O), 비스(메틸실라노)메탄(Si₂C₃H₁₂), 1,2 -비스(메틸실라노)에탄(Si₂C₄H₁₄) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 103.

제 90항에 있어서, 페닐계 알콕시실란 화합물이 약 10mgm(mg/분) 내지 약 1500mgm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 104.

제 93항에 있어서, 산소함유 가스가 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 105.

제 100항에 있어서, 오가노실란 화합물이 약 10sccm 내지 약 2000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 106.

제 90항에 있어서, 증착챔버가 약 1torr 내지 약 500torr 사이의 압력에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 107.

제 90항에 있어서, 증착챔버가 약 50℃ 내지 약 500℃ 사이의 온도에서 유지됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 108.

제 90항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 250nm 미만의 파장에서 약 0.1 내지 약 0.7의 범위내의 흡광계수를 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 109.

제 90항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 3.0 미만의 유전상수를 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 110.

제 90항에 있어서, 오가노실리케이트층이 약 1.2 내지 약 1.7의 범위내의 굴절율을 보유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 111.

제 90항에 있어서, 가스 혼합물이 불활성가스를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 112.

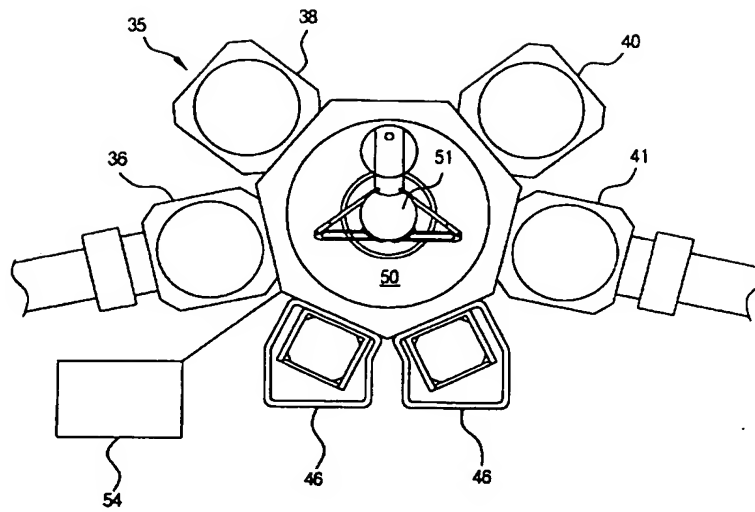
제 111항에 있어서, 불활성가스가 헬륨(He), 아르곤(Ar), 네온(Ne), 크세논(Xe), 질소(N₂) 및 이들의 조합물의 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 113.

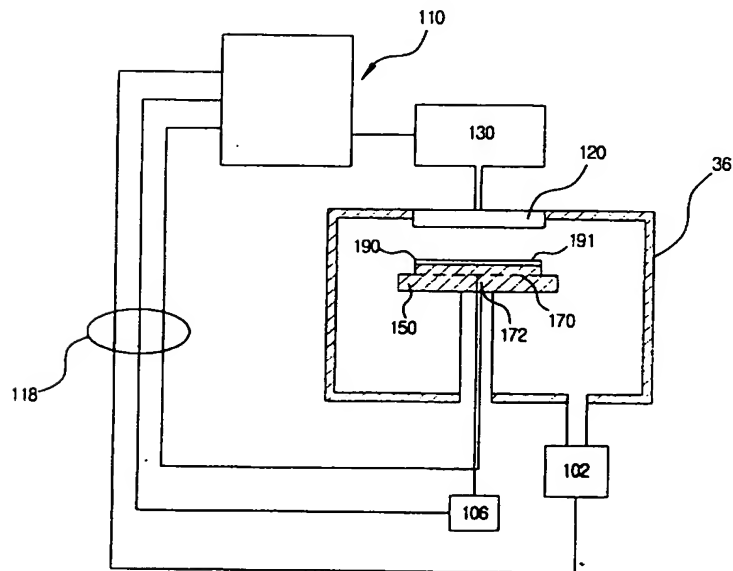
제 111항에 있어서, 불활성가스가 약 1sccm 내지 약 10000sccm 범위의 유속으로 증착챔버에 제공됨을 특징으로 하는 방법.

도면

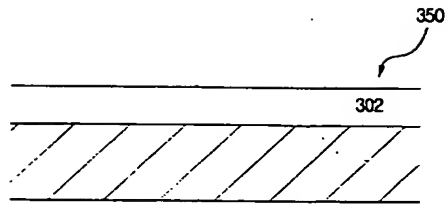
도면 1



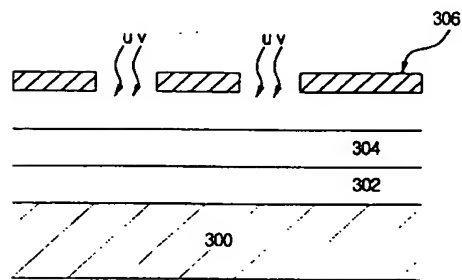
도면 2



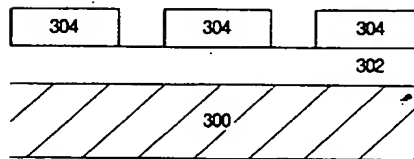
도면 3a



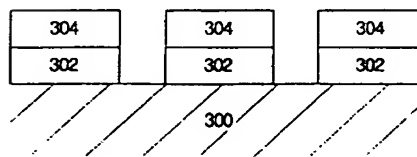
도면 3b



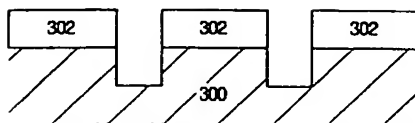
도면 3c



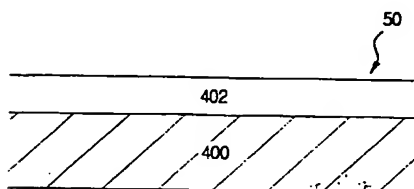
도면 3d



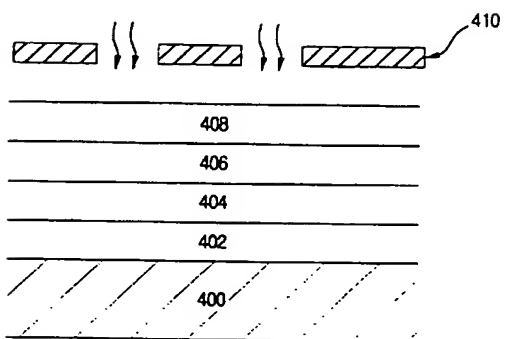
도면 3e



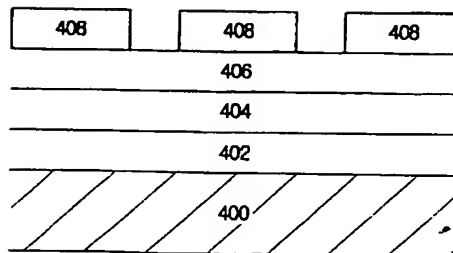
도면 4a



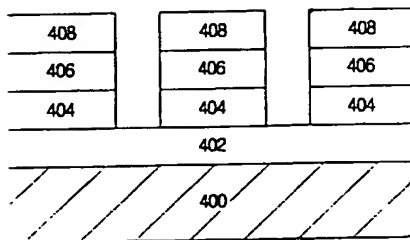
도면 4b



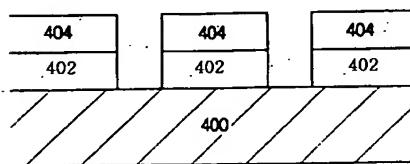
도면 4c



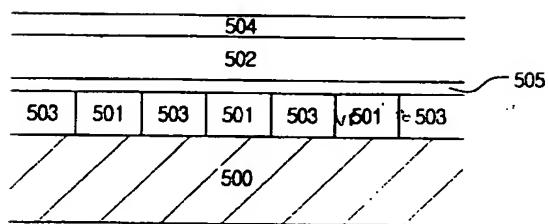
도면 4d



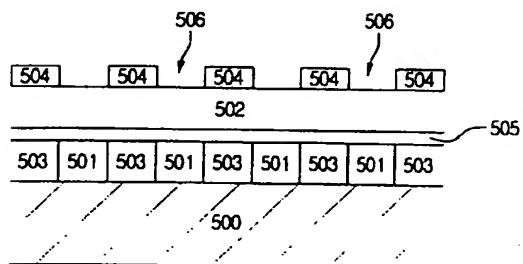
도면 4e



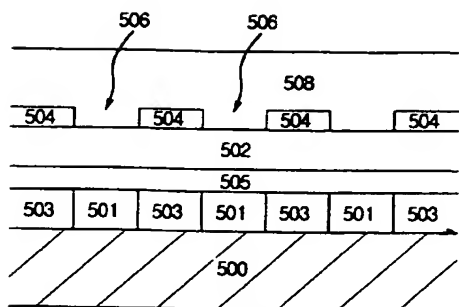
도면 5a



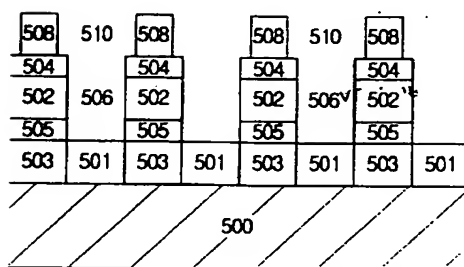
도면 5b



도면 5c



도면 5d



도면 5e

